

蓄光材料を用いた無電源避難・誘導器具の開発

A development of non-power supply safety equipment using phosphoresce martial

岩田地崎建設(株) 技術部	正会員 須藤敦史 (Atsushi Sutoh)
大建産業建(株)	正会員 荒井 洋 (Hiroshi Arai)
(株)菱晃 原材料・製品事業部	吉川 進 (Susumu Yashikawa)
(株)菱晃原材料・製品事業部	小林克司 (Katsuji Kobayashi)

1. はじめに

地球温暖化に起因する異常気象（大型台風・ゲリラ豪雨・落雷や竜巻など）による停電事故が多発しており、災害時夜間の地域住民に対する避難通路の確保や誘導が急務となっており、加えて建設現場においても急な電力遮断に対する作業員等の避難対策が要求されている。

本論文は、土木・建築の工事現場を対象として、災害時など緊急に電力供給が止まった状況においても機能する蓄光材料（クライトブライト）を使用した無電力の安全・避難誘導器具の研究・開発を報告する。

2. 蓄光材料（クライトブライト）

蓄光材料は、太陽光や蛍光灯などの光エネルギー（紫外線）を吸収・蓄積して、光エネルギーの供給が止まった後も徐々に光を放出する物質であり、クライトブライトは、放射線を放出することなく、耐候性や耐熱性に対して極めて安定したブルー・グリーンの発光を繰返す料である。

ブルー発光は、材料の体色が白色に近いので、他色に比べて光エネルギーをより多く蓄積でき、加えて野外においても繰り返し長い時間の発光が可能である。

人間の色覚は、明所視から薄明視または暗所視へ移動すると、明るさへの感度特性（視感度）が短波長側に移動しつつ上昇するため、暗い環境下だと他の色に比べてブルー光が鮮やかに遠くまで見える（ブルキニエ現象¹⁾など付録参照）特性を示す。

ブルー灯には、人間の気持ちを落ち着かせる効果があるとした研究結果があり、防犯灯にブルー灯を設置する地域が増えている²⁾など。また鉄道会社は列車への飛び込み自殺を防止する手段として、駅や踏切に設置する動きも進んでおり、青色灯の設置後に自殺者数が減少したとした研究結果³⁾などもある。

したがって、停電時などの薄暗い場所または暗所ではブルー発光は他の色に比較してエネルギー効率がよく、加えて精神を落ち着かせるなどの心理的な効果・特性の可能性を有しているため、災害時の避難誘導の標識などに適している。

3. 蓄光材による避難誘導器具

蓄光材（クライトブライト）を用いた電源を必要としない避難誘導器具の基本タイプを写真-1に示し、また手摺りタイプを写真-2に示す⁴⁾など。

この基本タイプの避難誘導・指示器具は、土木・建築

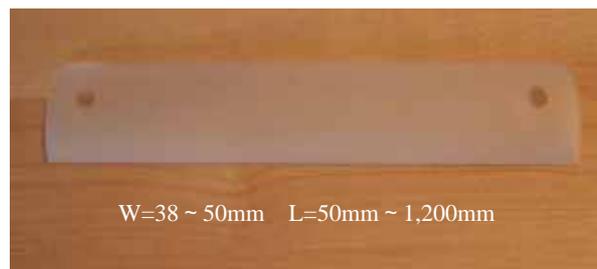


写真-1 蓄光による避難誘導器具（基本タイプ）



写真-2 蓄光による避難誘導器具（手摺タイプ）



写真-3 基本タイプの発光状況（作業通路）

現場において仮設の蛍光灯などや通路・足場の両端に設置し、また手摺りタイプは手摺りや単管パイプにセットして、災害時など緊急に電力供給が止まった状況においても、避難方向・避難者視界・通路位置の認識などの確保する形状・径を開発した（写真-3 参照）。

4. 避難誘導器具の発光状況

蓄光材料における明るさまた継続時間など規格は、「停電時の長時間にわたる避難に対応した誘導表示にかかわる規定 (JIAZ9107)」、「安全標識-避難誘導システム (SWGS)-蓄光式の規定 (JISZ9095)」が一般的な建物における避難・誘導装置に対して定められている。

JISZ9107では照度約200ルクス (lx) 用光源ランプ (D₆₅) で20分間光を照射し、照射を止めてから2 (5) 分後、10分後、20分後、60分後の輝度が、JA級ではそれぞれ210 (110)、50、24、7 mcd/m²以上あれば蓄光 (標識) として有効な性能を有するものと規定されており (表-1 参照)、JA級における用いた蓄光材料の減光試験の結果を図-1に示す。

また、JISZ9095 の安全標識-避難誘導システム (SWGS)-蓄光式の基準では、りん光輝度の下限値 (設置場所の照明 50~25lx で15分間照射された後のりん光輝度) が規定されているため (表-2 参照)、使用箇所の性能確認試験 (JISZ9095) をシールドトンネル坑内で実施した。

ここで、蓄光材料を使用した基本・手摺りタイプの避難誘導器具の現場におけるりん光輝度の確認試験 (2回) の値は、図-2 に示すようりん光輝度は、JISZ9107と JISZ9095 (SWGS) の基準双方とも満足するものである (図-2 参照)

したがって、緊急時・災害時に電力の供給がなくなり、暗所が生じるおそれが生じる土木・建築現場において、避難通路・非常口・手摺りなどに設置することで、緊急時の避難誘導および手摺り・足場通路における位置の指示の確実にできる。

5. おわりに

土木・建築現場において災害など緊急に電力供給が遮断された場合において、避難の方向・避難者の視界や通路認識を確保する蓄光材料 (クワイブライト) を使用した電源を必要としない避難誘導器具の研究・開発の報告を行った。

「付録」

1825年にJ.E.ブルキニエは、暗くなるにつれて絵の中の青い色の部分が、しだいに明るく鮮やかに見えてくるのに反して、赤い色の部分はしだいに暗く生彩を失って見えてくる現象 (ブルキニエ現象) を発見している。このブルキニエ現象は、人間における視覚の機構に基づくものであり、網膜の視細胞のうちの錐体の働きが暗くなるに従って鈍くなり、これに反し桿体 (かんたい) の働きが強くなってゆく、しかも桿体の感度が錐体のそれよりも短波長側へ寄っていて、波長の長い赤を暗く、波長の短い青を明るく感じるのが原因である。

参考文献

1) 三浦佳世：知覚と感性の心理学，岩波書店，2007.
 2) 井上容子ほか：防犯照明の見え方に関する研究報告 (青色などの有彩色光の影響について)，2006年照明学会 関西支部 (防犯照明の見え方に関する研究委

表-1 蓄光材用の規格とりん光輝度 (JISZ9107)

副分類	2分後	10分後	20分後	30分後	60分後
JA級	210	50	24	15	7
JB級	440	105	50	31	15
JC級	880	210	100	62	30
JD級	1760	420	200	124	60

励起条件:200lxで照射して励起時間20分間 単位:mcd/m²

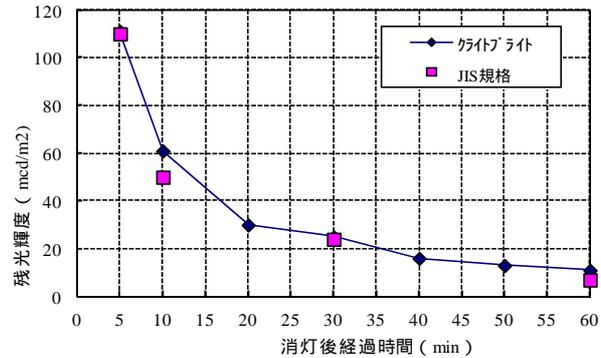


図-1 クワイブライトの残光輝度 (JISZ9107)

表-2 安全標識,誘導ラインのりん光輝度下限値

励起停止後の時間 (分)	りん光輝度の下限値 (mcd/m ²)
10	15以上
60	2以上

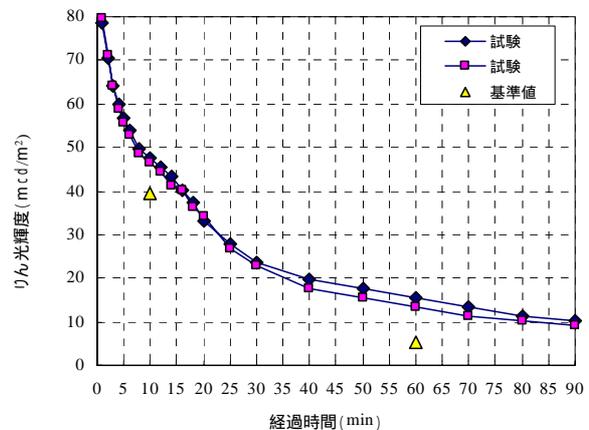


図-2 避難誘導器具の残光輝度 (JISZ9095)

員会), 2007.8.
 3) 澤田康幸, 上田路子, 松林哲也: Does the installation of Blue Lights on Train Platforms Prevent Suicide? (A Before-and-After Observational Study from Japan), Journal of Affective Disorders, Elsevier, 2012.9.
 4) 須藤敦史ほか: 蓄光材料を用いた無電力の工事用安全装置・器具の開発, 土木学会 第68回年次学術講演会, -326,pp651-652, 2013.9.